

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра екології, технології захисту навколишнього середовища та
лісового господарства

05-02-313М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни
«БІОХІМІЯ»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика»
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»
галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
денної і заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
ННІ агроєкології та землеустрою
протокол № 5 від 17.02.2021 р.

Методичні вказівки для виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Біохімія» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія» денної і заочної форм навчання. [Електронне видання] / Бедункова О. О. – Рівне : НУВГП, 2021. – 33 с.

Укладач: Бедункова О. О., доктор біологічних наук, професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Відповідальний за випуск: Клименко М. О., доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Грицина О. О.

© Бедункова О. О., 2021
© Національний університет водного господарства та природокористування, 2021

Зміст

Передмова.....	3
1. БІЛКИ І ПЕПТИДИ.....	5
1.1.Перелік питань для самостійного опрацювання.....	6
1.2.Приклади тестових завдань.....	7
2. НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ. НУКЛЕОТИДИ	10
2.1.Перелік питань самостійного опрацювання.....	10
2.2.Приклади тестових завдань.....	11
3. ВУГЛЕВОДИ ТА ЇХ ПОХІДНІ.....	14
3.1.Перелік питань самостійного опрацювання.....	14
3.2.Приклади тестових завдань.....	
4. ЛІПІДИ.....	18
3.1. Перелік питань самостійного опрацювання.....	18
3.2. Приклади тестових завдань.....	19
5. ФЕРМЕНТИ	22
5.1.Перелік питань самостійного опрацювання.....	23
5.2.Приклади тестових завдань.....	23
6. ВІТАМІНИ.....	26
6.1.Перелік питань самостійного опрацювання.....	27
6.2.Приклади тестових завдань.....	27
7. ОБМІН РЕЧОВИН ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ.....	29
7.1.Перелік питань самостійного опрацювання.....	30
7.2.Приклади тестових завдань.....	30
Рекомендована література.....	33

Передмова

Наука біохімія вивчає хімічний склад, будову та перетворення хімічних речовин у живому організмі. Актуальність навчальної дисципліни «Біохімія» полягає в опануванні знань про будову, властивості та біологічні функції білків, нуклеїнових кислот, вуглеводів, ліпідів, вітамінів.

Вивчення дисципліни здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Біотехнології, біоробототехніка та біоенергетика» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» спрямоване на забезпечення компетентностей: здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми та здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

Виконання самостійної роботи у ході вивчення дисципліни сприяє:

- розвитку навичок студентів пошуку джерел інформації, вміння аналізувати навчальний та науковий матеріал, роботи в позааудиторний час;
- індивідуальної підготовки до занять і контрольних заходів;
- розвитку активності та самостійності як рис особистості, для набуття вмінь і навичок раціонального отримання корисної інформації.

Дані методичні вказівки наводять 7 тем, кожна з яких наповнена загальною теоретичною інформацією, переліком питань для самостійного опрацювання, прикладами тестових завдань та відповідями до них.

1. БІЛКИ

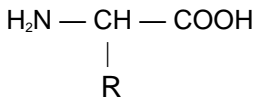
Білки – це високомолекулярні азотовмісні біополімери, що складаються з α -амінокислот, з'єднаних пептидними зв'язками, в формуванні яких приймають участь карбоксильна група однієї та α -аміногрупа іншої амінокислоти.

Первинна структура білків характеризує їх амінокислотну послідовність, яка визначає інші рівні організації цих біополімерів – вторинну, третинну та четвертинну структури. Поліпептидний ланцюг, що не витягнутий у просторі, а частково згорнутий у спіраль, утворює вторинну структуру. Укладання спіралі в компакту глобулу – третинна структура. Деякі білки складаються з декількох однакових або близьких за будовою молекул (субодиниць), які утворюють четвертинних структуру. Послідовність амінокислот у поліпептиді обумовлена генетично.

Хімічні властивості білків обумовлені набором і співвідношенням амінокислот. Оскільки амінокислоти являють собою основні будівельні одиниці всіх білків, для розуміння біохімії білків необхідно знати біохімію амінокислот.

У природі зустрічається приблизно 300 амінокислот, але тільки 20 з них використовуються організмами в біосинтезі білка. Це α -амінокислоти, в яких функціональні аміно- та карбоксильна групи перебувають у одного і того ж α -вуглецевого атома.

Загальна структура α -амінокислот:



α -Амінокислоти відрізняються одна від одної структурою R-групи. Класифікація амінокислот ґрунтується на хімічній структурі групи R: аліфатичні (гліцин, аланін, валін, лейцин, ізолейцин); гідроксилвмісні (серин, треонін); сірковмісні (цистеїн, метіонін); ароматичні (фенілаланін, тирозин, триптофан); кислі і амідні (аспарагінова кислота і аспарагін, глютамінова кислота і глютамін); основні (аргінін, лізин); імінокислоти (пролін). Інші типи класифікації амінокислот: на основі полярності R-груп (полярні, неполярні); на основі іонних властивостей R-груп (кислі, основні, нейтральні); на основі поживної цінності для людини: незамінні - не можуть синтезуватися в організмі людини (треонін, метіонін, валін,

лейцин, ізолейцин, фенілаланін, триптофан) і замінні - можуть синтезуватися в організмі.

Амінокислоти можуть брати участь у багатьох реакціях за участю α -аміногруп, α -карбоксильних груп, а також функціональних груп бічних ланцюгів.

Білки, що складаються тільки з амінокислот, - прості білки (протеїни). Складні білки, крім амінокислот, включають до складу речовини іншої природи – простетичної групи.

Для збереження просторової структури білка необхідна наявність додаткових зв'язків (водневих, дисульфідних, іонних, гідрофобних). Просторова структура білкової молекули дуже лабільна і легко руйнується під впливом різних фізичних і хімічних впливів (процес денатурації). У той же час первинна структура білка дуже стійка до зовнішніх впливів.

Для ідентифікації та кількісного визначення білків і окремих амінокислот використовують кольорові реакції, коли відбувається взаємодія специфічних реактивів з функціональними групами радикалів амінокислот, що входять до складу білка або пептиду.

Існують два типи кольорових реакцій:

- універсальні: біуретова (на всі білки) і нінгідринова (на всі амінокислоти і білки);
- специфічні: тільки на певні амінокислоти як в молекулі білка, так і у розчинах окремих амінокислот, наприклад реакція Фоля (на амінокислоти, що містять слабо зв'язаної сірку), реакція Міллона (на тирозин), реакція Сакагучи (на аргінін) і ін.

1.1. Перелік питань самостійного опрацювання

1. Зв'язок третинної та четвертинної структур з первинною
2. Зв'язок третинної та четвертинної структур з генетичним кодом
3. Мембранні і м'язові білки
4. Шляхи перетворення амінокислот у тканинах
5. Трансамінування амінокислот
6. Дезамінування амінокислот
7. Декарбоксилювання амінокислот
8. Обмін аміаку. Біосинтез сечовини
9. Шляхи метаболізму безазотистого скелета амінокислот
10. Глюкогенні та кетогенні амінокислоти
11. Спеціалізовані шляхи обміну ациклічних амінокислот

12. Спеціалізовані шляхи обміну циклічних амінокислот
13. Метаболізм порфіринів
14. Генетичний код та його властивості
15. Рибосомальна білоксинтезуюча система
16. Етапи та механізми трансляції
17. Регуляція трансляції. Антибіотики - інгібітори трансляції
18. Конформаційні збудження білкових молекул
19. Оператор енергії внутрішньо-молекулярних збуджень білків

1.2. Приклади тестових завдань

1. Білки, в яких є один поліпептидний ланцюг, мають молекулярну масу:
 - а) від 5-6 до 50 кД;
 - б) від 10 до 25 кД;
 - в) від 1-2 до 5 кД;
 - г) від 0,5 до 1 кД;
 - д) від 50 до 150 кД.
2. За своєю абсолютною конфігурацією протеїногенні амінокислоти є:
 - а) D-амінокислотами;
 - б) L-амінокислотами;
 - в) C-амінокислотами;
 - г) H-амінокислотами;
 - д) V-амінокислотами.
3. У сучасній раціональній класифікації, що базується на полярності та заряді радикалу R, до IV класу амінокислот віднесено:
 - а) амінокислоти з неполярними (гідрофобними) R-групами;
 - б) амінокислоти з полярними (гідрофільними) незарядженими R-групами;
 - в) амінокислоти з негативно зарядженими R-групами (кислі амінокислоти);
 - г) амінокислоти з позитивно зарядженими R-групами (основна амінокислоти);
 - д) амінокислоти з відсутністю R-групи.

4. Реакція, яка застосовується для виявлення індольного кільця триптофану, яке при реакції з п-диметиламінобензальдегідом у кислому середовищі дає сполуки з фіолетовим забарвленням, у лабораторній практиці відома як:
- а) реакція Мілона;
 - б) ксантопротеїнова реакція;
 - в) реакція Сакагучі;
 - г) реакція Ерліха;
 - д) реакція Фоля.
5. Амінокислота, біологічні функції якої полягають, переважно, в підтриманні у відновленому стані SH-груп багатьох біорегуляторів та ферментів, зокрема за рахунок синтезу глутатіону, має назву:
- а) L-цистеїн;
 - б) аргінін;
 - в) креатинін;
 - г) гліцин;
 - д) глікоціамін.
6. За рахунок утворення так званих сольових містків між радикалами амінокислот різної полярності, які належать контактуючим молекулам (субодиницям), формується структура білка:
- а) первинна;
 - б) вторинна;
 - в) третинна;
 - г) четвертинна;
 - д) послідовна.
7. Процес руйнування вторинної та більш високих рівнів структури білка, при збереженні первинної структури білкової молекули, називається:
- а) руйнація;
 - б) проліферація;
 - в) денатурація;
 - г) трансформація;

- д) конформація.
8. Той чи інший білок робить функціонально унікальним послідовність розташування ділянок з різною:
 - а) первинною структурою;
 - б) вторинною структурою;
 - в) третинною структурою;
 - г) четвертинною структурою;
 - д) кожною з чотирьох структур.
 9. До білків, що з'єднані з молекулою ДНК та стабілізують її у клітинах організму еукаріотів, належать:
 - а) гістони;
 - б) альбуміни;
 - в) глобуліни;
 - г) інтерферони;
 - д) глютеліни.
 10. Синтез і-РНК проходить на матриці ДНК з урахуванням принципу комплементарності. Якщо триплети у ДНК наступні - АТГ-ЦГТ, то відповідні кодони і-РНК будуть:
 - а) АУГ-ЦГУ;
 - б) АТГ-ЦГТ;
 - в) УАГ-ЦГУ;
 - г) ТАГ-УГУ;
 - д) УАЦ-ГЦА.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	а	б	г	г	а	г	в	б	а	д

2. НУКЛЕЙНОВІ КИСЛОТИ. НУКЛЕОТИДИ

Нуклеїнові кислоти - високомолекулярні біополімери, мономерами яких є нуклеотиди, виявляються в усіх типах клітин. Вони виконують в організмі ряд найважливіших функцій: забезпечують зберігання і передачу генетичної інформації.

Нуклеїнові кислоти діляться на два типи: рибонуклеїнові (РНК) і дезоксирибонуклеїнові (ДНК). РНК і ДНК відрізняються особливостями хімічної будови пентоз і піримідинових основ, що входять до них, локалізацією в клітині і фундаментальним призначенням в клітинному метаболізмі.

Нуклеотиди побудовані з азотистих (пуринових або піримідинових) основ, пентози (рибози або дезоксирибози) і залишку фосфорної кислоти. Кожен з компонентів нуклеотидів може давати ту чи іншу специфічну реакцію, яка дозволяє судити про наявність, кількості і склад нуклеїнових кислот. У клітині ДНК і РНК знаходяться і функціонують у вигляді нуклеопротеїнових комплексів. Тому при вивченні структури і властивостей нуклеїнових кислот одним із завдань є їх виділення і очищення.

Кількісне визначення нуклеїнової кислоти включає в себе визначення змісту хоча б одного з трьох її компонентів: азотистих основ, пентоз і фосфатів. Відповідно до цього існує три групи методів визначення кількості нуклеїнових кислот: визначення змісту азотистих основ шляхом вимірювання поглинання УФ-світла; визначення змісту пентоз і фосфору за допомогою кольорових реакцій.

2.1. *Перелік питань самостійного опрацювання*

1. Склад і первинна структура нуклеїнових кислот.
2. Вторинна структура ДНК.
3. Комплементарність.
4. Генетичний код.
5. Третинна і четвертинна структура ДНК.
6. РНК в синтезі білка.
7. Транспортна РНК, інформаційна РНК, рибосомна РНК.
8. РНК в регуляції експресії генів.
9. Мала інтерферуюча РНК, мікро РНК.

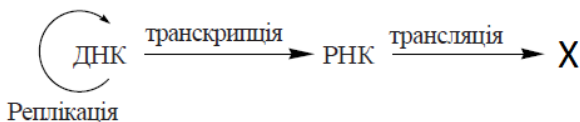
10. Ферменти та механізми транскрипції РНК
11. Біосинтез пуринових нуклеотидів
12. Біосинтез піримідинових нуклеотидів
13. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів
14. Катаболізм нуклеотидів
15. Біологічне значення реплікації ДНК. Напівконсервативний механізм реплікації
16. Ферменти реплікації ДНК у прокаріотів та еукаріотів
17. Регуляція експресії генів у прокаріотів
18. Особливості молекулярної організації та експресії геному в еукаріотів
19. Молекулярні механізми мутацій. Репарація ДНК
20. Генна інженерія. Рекombінантні ДНК

2.2. Приклади тестових завдань

1. Молекула РНК, що містить інформацію про послідовність амінокислот у молекулі білка, задовану у вигляді послідовності кодонів, становить собою:
 - а) інформаційну РНК;
 - б) транспортну РНК;
 - в) матричну РНК;
 - г) рибосомну РНК;
 - д) малу інтерферуючу РНК.
2. Молекула РНК, що переносить амінокислоти до місця синтезу білка являє собою:
 - а) інформаційну РНК;
 - б) транспортну РНК;
 - в) матричну РНК;
 - г) рибосомну РНК;
 - д) малу інтерферуючу РНК.
3. За хімічною структурою N-глікозидами рибози або дезоксирибози та відповідної азотистої основи є:
 - а) нуклеотиди;
 - б) нуклеїнові кислоти;
 - в) нуклеозиди;

- г) нуклеотриди::
- д) нуклеоміди.

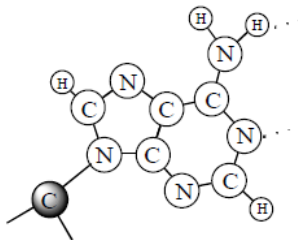
4. Скороченим позначенням нуклеотиду, що складається з гуанілової кислоти (гуанозин-5'-фосфат) є:
- а) АМФ;
 - б) ГМФ;
 - в) ЦМФ;
 - г) УМФ;
 - д) ТМФ.
5. У яких метаболічних реакціях у ролі коферментів приймають участь нуклеотиди ЦТФ і ЦДФ:
- а) у реакціях біологічного окислення;
 - б) у біосинтезі гліцерофосфоліпідів;
 - в) у реакціях біосинтезу глікогену;
 - г) у реакціях перенесення групи метилу CH_3 (трансметилювання);
 - д) у реакціях перенесення аміногрупи NH_2 (переамінування).
6. У схемі центральної догми молекулярної біології, замість позначення "X" має бути:



- а) нуклеотид;
 - б) нуклеозид;
 - в) протеїн;
 - г) пептид;
 - д) білок.
7. Який із наведених схематичних записів відповідає твердженню "сума пуринових основ дорівнює сумі піримідинових основ":
- а) $A=G$;
 - б) $G=C$;
 - в) $A + G = T + C$;
 - г) $T + A = G + C$;

д) $G + T = A + C$.

8. Хімічна структура якої азотистої основи зображена на рисунку:



- а) аденін;
- б) тимін;
- в) гуамін;
- г) гитозин.

9. Порушення нативної двоспінальної конформації молекул ДНК та їх упорядкованого просторового розташування з утворенням неупорядкованих одноланцюгових клубків призводить до:

- а) репарації ДНК;
- б) денатурації ДНК;
- в) ренатурації ДНК;
- г) конформації РНК;
- д) трансформації РНК.

10. Зчитування генетичної інформації з молекул ДНК є біологічною функцією:

- а) рибосом;
- б) негістонових білків;
- в) гістонів;
- г) нуклеосом;
- д) хроматину.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	а	б	в	б	б	д	в	а	б	в

3. ВУГЛЕВОДИ ТА ЇХ ПОХІДНІ

Вуглеводи (глюциди, цукри) - біоорганічні сполуки, що за своєю хімічною будовою є альдегідо- та кетопохідними багатоатомних спиртів, або поліоксіальдегідами та поліоксикетонами.

Вуглеводи, що відповідають зазначеним хімічним структурам і не підлягають гідролізу (тобто розщепленню водою на більш прості сполуки), є простими вуглеводами, або моносахаридами.

Вуглеводи, що гідролізуються до моносахаридів, мають назву складних вуглеводів - олігосахаридів та полісахаридів.

Вуглеводи утворюються в природі з діоксиду вуглецю та води за рахунок фотосинтезу, що протікає в рослинах та деяких мікроорганізмах, і складають основну масу органічного вуглецю біосфери; їх вміст у тканинах рослин становить близько 80 % маси. У свою чергу, рослинні вуглеводи є одним із основних джерел вуглецю для тваринних організмів.

У тваринних організмах вміст вуглеводів відносно невисокий, становить у середньому 1-2 % сухої маси, в основному у вигляді резервного полісахариду глікогену. Втім, вуглеводи відіграють життєво важливі енергетичні (моносахариди глюкоза, фруктоза, гомополісахарид глікоген) та структурні (гетерополісахариди) функції. Найбільш важлива з них - енергетична, оскільки 50-60% всієї енергії, яка використовується організмом для нормальної життєдіяльності, доводиться на вуглеводи.

Основним джерелом енергії є окислення глікогену і глюкози в тканинах. Велику роль в енергетичному постачанні клітини відіграють коферменти (НАД +, ФАД і ін.), до складу яких входить рибоза.

Вуглеводи містяться у великих кількостях в продуктах рослинного походження: крохмалі, тростинному цукрі (сахарози).

3.1. Перелік питань самостійного опрацювання

1. Аміноцукри
2. Реакції моносахаридів
3. Доказ структури Д-глюкози
4. Відновлюючі дисахариди

5. Не відновлюючі дисахариди
6. Гентибіоза і целобіоза
7. Тригалоza
8. Пентозофосфатний шлях метаболізму глюкози
9. Метаболізм фруктози та галактози
10. Біосинтез глюкози та його регуляція
11. Регуляція обміну глюкози. Цукровий діабет
12. Біосинтез та розщеплення глікогену
13. Регуляція глікогенолізу та глікогенезу
14. Генетичні порушення метаболізму глікогену
15. Метаболізм вуглеводних компонентів глікокон'югатів
16. Глікозидози. Генетичні порушення метаболізму глікозамінгліканів

3.2. Приклади тестових завдань

1. Вкажіть, якою є загальна формула простих вуглеводнів:
 - а) C_nH_{2n} ;
 - б) C_nH_{2n+2} ;
 - в) $C_nH_{2n}O_n$;
 - г) $C_nH_{2n}NH_2$;
 - д) $C_{2n}H_2O_n$.
2. Який із перелічених дисахаридів містить галактозу:
 - а) мальтоза;
 - б) трегалоza;
 - в) сахароза;
 - г) лактоза;
 - д) фруктоза.
3. Входить до складу дисахариду лактози, що міститься в молоці, а також у гетерополісахаридах (глікозамінгліканах, або мукополісахаридах) тваринних тканин:
 - а) глюкоза;
 - б) галактоза;
 - в) маноза;
 - г) фруктоза;
 - д) арабіноза.

4. Продуктами окислення первинної гідроксильної групи альдоз є:
- а) глікаркові кислоти;
 - б) альдонові кислоти;
 - в) уронові кислоти;
 - г) сіалові кислоти;
 - д) нейромінові кислоти.
5. Сполуки, що є продуктом конденсації моносахаридів (або моносахаридних залишків у складі більш складного цукру) із спиртами або фенолами, носять назву:
- а) глікозиди;
 - б) глікани;
 - в) олігосахариди;
 - г) полісахариди;
 - д) гомополісахариди.
6. Складні вуглеводи, утворені з різних за хімічною структурою мономерів - похідних гексоз, називаються:
- а) полісахариди;
 - б) гомополісахариди;
 - в) гетерополісахариди;
 - г) дисахариди;
 - д) олігосахариди.
7. Тваринний гомополісахарид, що утворений із залишків N-ацетилглюкозаміну, об'єднаних β -1,4-глікозидними зв'язками – це:
- а) целюлоза;
 - б) декстран;
 - в) хітин;
 - г) інουλін;
 - д) пектин.
8. Гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати, дерматансульфати, кератансульфати, гепарансульфати належать до:
- а) гетерополісахаридів;
 - б) глікозамінгліканів;

- в) хондроїтинсульфатів;
- г) кератансульфатів;
- д) гепарансульфатів.

9. Надлишок глюкози, що не використовується в окислювальних реакціях аеробного та анаеробного гліколізу, відкладається у вигляді енергетичних депо-глікогену та:

- а) триацилгліцеролів;
- б) моногліцеролів;
- в) моногліцеридів;
- г) піруваткарбоксилази;
- д) фосфоенолпіруваткарбоксикінази.

10. Незворотність біохімічного процесу гліконеогенезу пов'язана з тим, що синтез однієї молекули глюкози з двох молекул пірувату потребує витрат:

- а) двох макроергічних зв'язків;
- б) трьох макроергічних зв'язків;
- в) чотирьох макроергічних зв'язків;
- г) п'яти макроергічних зв'язків;
- д) шести макроергічних зв'язків.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	б	г	а	в	а	в	в	б	а	д

4. ЛІПІДИ

Ліпіди - клас біоорганічних сполук, характерною ознакою яких є нерозчинність у воді й інших полярних розчинниках та здатність до розчинення в неполярних (гідрофобних) рідинах. Неполярні розчинники (діетиловий ефір, тетрахлорметан, хлороформ тощо) використовують для екстрагування ліпідів із біологічних об'єктів (крові, тканин тощо).

Як правило, ліпіди містять в своєму складі залишки жирних кислот, які, взаємодіють зі спиртами, утворюють складні ефіри. В якості спирту в їх склад найчастіше входить гліцерин, можуть входити і інші спирти.

Біологічна роль ліпідів різноманітна, але в основному вони виконують структурну функцію - побудова мембран клітини і її органел. В організмі людини та тварин ліпіди виконують важливі функції як акумулятори та постачальники енергії, компоненти структури клітин, особливо біологічних мембран; певні класи ліпідів є фізіологічно активними речовинами (вітаміни, гормони). При окисленні ліпідів звільняється велика кількість енергії.

За своєю хімічною структурою більшість ліпідів є складними ефірами вищих карбонових (жирних) кислот та спиртів (гліцеролу, сфінгозину, холестеролу тощо). До складу багатьох класів ліпідів (складних ліпідів) входять також залишки фосфорної кислоти, азотистих основ (коламіну, холіну), вуглеводів тощо.

Залежно від хімічної структури компонентів, що вивільняються за умов повного гідролізу, ліпіди поділяються на такі класи: *Прості ліпіди*: ацилгліцероли; стериди; цериди або воски. *Складні ліпіди*: фосфоліпіди (гліцерофосфоліпіди, сфінгофосфоліпіди); гліколіпіди (глікозилгліцероли, глікосфінголіпіди).

4.1. Перелік питань самостійного опрацювання

1. Шляхи метаболізму ліпідів
2. Катаболізм триацилгліцеролів
3. Окислення жирних кислот та гліцеролу
4. Біосинтез та катаболізм кетонових тіл

5. Біосинтез вищих жирних кислот
6. Біосинтез триацилгліцеролів
7. Біосинтез фосфогліцеридів
8. Метаболізм сфінголіпідів. Сфінголіпідози
9. Біосинтез холестерину
10. Біотрансформація холестерину
11. Транспорт та депонування ліпідів. Ліпопротеїни плазми. Гіперліпопротеїнемії
12. Патологія ліпідного обміну: атеросклероз, ожиріння, цукровий діабет

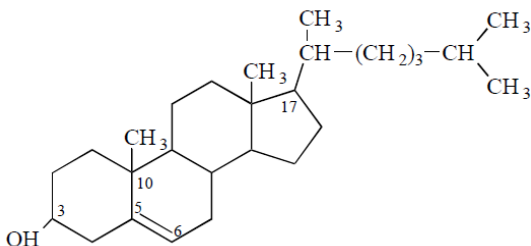
4.2. Приклади тестових завдань

1. Прості ліпіди, що є складними ефірами гліцеролу (гліцерину) та жирних кислот, мають назву:
 - а) ацилгліцероли;
 - б) стероїди;
 - в) цериди;
 - г) фосфоліпіди;
 - д) гліцерофосфоліпіди.
2. Прості ліпіди, які є складними ефірами вищих жирних кислот та високомолекулярних спиртів, зокрема цетилового ($C_{16}H_{33}OH$) та мірицилового ($C_{30}H_{61}OH$):
 - а) ацилгліцероли;
 - б) фосфоліпіди;
 - в) гліцерофосфоліпіди;
 - г) стероїди;
 - д) воски.
3. Входячи до складу біологічних мембран, складні ліпіди, здебільшого, виконують функцію:
 - а) енергетичну;
 - б) структурну;
 - в) теплоізолюючу;
 - г) транспортну;
 - д) будівельну.

4. N-ацильні похідні сфінгозину та жирних кислот мають назву:

- а) церазитів;
- б) цеолітів;
- в) керамідів;
- г) каолітів;
- д) фролітів.

5. Хімічна структура якого складного ліпиду зображена на рисунку:



- а) стерану;
- б) холестеролу;
- в) сфінгозину;
- г) кераміду;
- д) сфінгом'єліну.

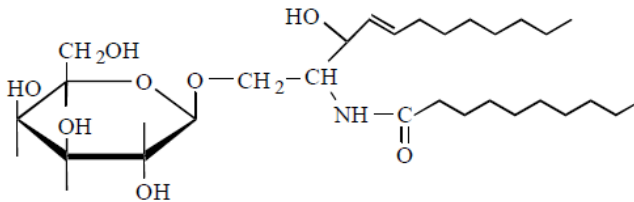
6. Сполуки, в яких ліпідна частина ковалентно зв'язана з вуглеводною, - це:

- а) гліколіпіди;
- б) сфінгофосфоліпіди;
- в) гліцерофосфоліпіди;
- г) цериди;
- д) стериди.

7. Сфінгофосфоліпіди – складні ефіри багатоатомного аміноспирту сфінгозину та вищих жирних кислот, можуть також містити залишки холіну та:

- а) оцтової кислоти;
- б) сірчаної кислоти;
- в) мурашиної кислоти;
- г) соляної кислоти;
- д) фосфорної кислоти.

8. Олігосахаридні похідні (олігогексозиди) керамідів, мають назву:
- сульфатиди;
 - глобозиди;
 - цереброзиди;
 - гангліозиди;
 - кераміди.
9. Ліпопротеїни це:
- комплекси ліпідів різної хімічної будови з білками;
 - складні ліпіди, здатні до гідролізу;
 - прості ліпіди, нерозчинні у полярних розчинниках;
 - складні ліпіди з гідрофобними властивостями;
 - складні ліпіди, що не гідролізуються до простих молекул.
10. Молекулярна модель якого ліпиду біомембран зображена на рисунку:



- галактозилцерамід;
- фосфатидилхолін;
- фосфатидилсерин;
- фосфатидилгліцерол;
- фосфатидилінозитол.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	а	д	в	в	б	а	д	б	а	а

5. ФЕРМЕНТИ

Ферменти (ензими) - біологічні каталізатори білкової природи, які синтезуються в клітинах живих організмів та забезпечують необхідні швидкість і координацію біохімічних реакцій, що становлять обмін речовин (метаболізм). Ферменти збільшують швидкості біохімічних реакцій, які вони каталізують, у 10^8 - 10^{20} разів; при відсутності ферменту будь-яка метаболічна реакція практично не відбувається.

За своєю природою ферменти є простими або складними білками. В останньому випадку вони складаються з білкової частини (апофермента) і низькомолекулярного компонента (простетичної групи, або кофермент).

Ферментативну дію чинить фермент у цілому: ні кофермент, ні білкова частина окремо не активні. Багато коферментів є похідними вітамінів і входять до так званого «активного центру» ферменту (або каталітичного центру), який і визначає каталітичну активність ферменту. Як білкові речовини ферменти термолабільні і втрачають активність за температура, коли відбувається денатурація білка, тобто зазвичай при температурі вище 50°C . Для кожного ферменту існує оптимальна область значень рН, в якій він найбільш активний. Важливою властивістю ферментів є також специфічність дії, тобто здатність каталізувати виключно певні реакції. Дія ферментів може посилюватися певними речовинами - активаторами. Протилежний (гальмуючий) вплив чинять на ферменти інгібітори.

Розділ біохімії, що вивчає структуру, властивості та механізми дії ферментів, називається *ензимологією*. Прийняті в ензимології позначення:

Е - фермент, ензим (“enzyme”; англ.) - біологічний каталізатор;

S - субстрат (“substrate”; англ.) - хімічна речовина, сполука, перетворення якої каталізує фермент;

Р - продукт (“product”; англ.) - сполука, що утворилася в результаті ферментативної реакції.

5.1. Перелік питань самостійного опрацювання

1. Активність ферментів, вплив на неї різних факторів.
2. Імобілізовані ферменти
3. Відмінність ферментів від неорганічних каталізаторів
4. Кінетика ферментативних реакцій
5. Структура простих і складних ферментів
6. Одиниці виміру активності та кількості ферментів
7. Поняття каталізу, енергії активації, теорії біокаталізу, закони біокаталізу
8. Механізм ферментативних реакцій
9. Типи ферментативних реакцій
10. Структура та функції ізоферментів
11. Мультиферментні комплекси, їх структура та функції
12. Регуляція активності ферментів
13. Активатори та інгібітори
14. Окиснення алкоголю в печінці. Механізм дії алкогольдегідрогенази
15. Джерела отримання ферментних препаратів
16. Технологія виділення рослинних препаратів із сировини рослинного та тваринного походження
17. Термолабільність ферментів

5.2. Приклади тестових завдань

1. Певні хімічні сполуки, що збільшують активність ферментів, називаються:
 - а) активаторами;
 - б) стимуляторами;
 - в) мотиваторами;
 - г) інгібіторами;
 - д) каталізаторами.
2. Проявом високої специфічності ферментів є їх:
 - а) прозорість;
 - б) специфічність;
 - в) стереоспецифічність;

- г) термолабільність;
 - д) чутливість.
3. Така кількість ферменту, яка каталізує перетворення 1 моля субстрату за 1 с, виражається за допомогою одиниці вимірювання:
- а) катал;
 - б) юніт;
 - в) ватт;
 - г) ммоль;
 - д) мкг.
4. Ферменти, що каталізують окислювально-відновлювальні реакції різних типів це:
- а) амілази;
 - б) гідролози;
 - в) фосфотаги;
 - г) оксидоректуктази;
 - д) ліази.
5. Ферменти, що каталізують реакції синтезу біомолекул, тобто утворення нових хімічних зв'язків за рахунок енергії АТФ це:
- а) амілази;
 - б) гідролози;
 - в) лігази;
 - г) оксидоректуктази;
 - д) ліази.
6. Білкова частина складного білка-ферменту має назву:
- а) апофермент;
 - б) кофермент;
 - в) олігофермент;
 - г) поліфермент;
 - д) трансфермент.
7. Множинні молекулярні форми одного й того ферменту, що каталізують одну й ту ж біохімічну реакцію, але розрізняються за своєю первинною структурою і, відповідно, фізико-хімічними та каталітичними властивостями називаються:
- а) коферменти;

- б) ізоферменти;
 - в) олігоферменти;
 - г) поліферменти;
 - д) проферменти.
8. Багато ферментів потребують для реалізації своєї каталітичної активності наявності певних низькомолекулярних небілкових сполук:
- а) кофакторів;
 - б) профакторів;
 - в) ізофакторів;
 - г) монофакторів;
 - д) дифакторів.
9. Біорганічні сполуки небілкової природи, що є необхідними для дії ферменту, тобто перетворення субстрату в каталітичному акті це:
- а) ізоферменти;
 - б) олігоферменти;
 - в) поліферменти;
 - г) проферменти;
 - д) коферменти.
10. Ділянка молекули ферментного білка, що взаємодіє із субстратом під час ферментативної реакції і необхідна для перетворення субстрату в каталітичному процесі це:
- а) епіцентр;
 - б) фокус;
 - в) активний центр;
 - г) мішень;
 - д) центральна точка.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	а	в	а	г	в	а	б	а	д	в

6. ВІТАМІНИ

Вітаміни (від лат. *Vita* - життя) - низькомолекулярні органічні сполуки різної хімічної природи, необхідні для здійснення життєво важливих біохімічних і фізіологічних процесів в живих організмах. Організм людини і тварин не синтезує вітаміни або синтезує в недостатній кількості, тому він повинен отримувати їх в готовому вигляді з їжею. Вітаміни мають винятково високу біологічну активність і потрібні організму в дуже невеликих кількостях - від декількох мкг до декількох мг в день.

Вітаміни, які беруть участь у біохімічних процесах, є попередниками коферментів (наприклад вітамін B₁) або власне коферментами (наприклад ліпоамід).

Деякі вітаміни забезпечують здійснення фізіологічних процесів, наприклад: вітамін A₂ бере участь в процесі зорового сприйняття; вітамін A₃ - в процесі диференціювання клітин; вітамін D - в процесі формування кісткової тканини; вітамін E - антиоксидант.

Відомо більше 20 сполук, які можуть бути віднесені до вітамінів. Поряд з вітамінами, необхідність яких для людини і тварин безперечно встановлена, в їжі містяться біологічно активні речовини, які за своїми функціями ближче не до вітамінів, а до інших незамінних харчових речовин. Ці речовини називають вітаміноподібними. До них зазвичай відносять біофлавоноїди, холін, інозит, оротову, пангамову і пара-амінобензойну кислоти, поліненасичені жирні кислоти та ін.

З'єднання, які не є вітамінами, але можуть служити попередниками їх утворення в організмі, називаються провітамінами. До них відносяться, наприклад, каротини, що розщеплюються в організмі з утворенням вітаміну A, і деякі стерини (ергостерин, 7-дегідрохолестерин та ін.), які перетворюються в вітамін D.

Деякі аналоги і похідні вітамінів здатні займати місце вітаміну в активному центрі ферменту, однак при цьому не здатні виконувати коферментну функцію, що веде до зниження активності даного ферменту і розвитку відповідної вітамінної недостатності. Такі сполуки називаються антивітамінами.

6.1. Перелік питань самостійного опрацювання

1. Історія відкриття вітамінів
2. Хімічні властивості вітамінів групи B₁
3. Хімічні властивості вітамінів групи B₂
4. Хімічні властивості вітамінів групи B₃
5. Хімічні властивості вітамінів групи B₆
6. Хімічні властивості вітамінів групи B_c
7. Хімічні властивості вітамінів групи B₁₂
8. Хімічні властивості вітаміну С
9. Хімічні властивості вітамінів групи РР
10. Хімічні властивості вітамінів групи А
11. Хімічні властивості вітамінів групи D
12. Хімічні властивості вітамінів групи Е
13. Хімічні властивості вітамінів групи К
14. Хімічні властивості вітаміну F
15. Хімічні властивості вітаміну Q
16. Хімічні властивості вітаміну Н

6.2. Приклади тестових завдань

1. У процесі зорового сприйняття бере участь вітамін:
а) D;
б) A;
в) C;
г) R;
д) F.
2. Раціональною назвою, що відображує хімічну природу вітаміну B₂ є:
а) кальциферол;
б) токоферол;
в) рибофлавін;
г) пантотенова кислота;
д) убіхінон.
3. Який із приведених вітамінів не є жиророзчинним:
а) H; б) A; в) D; г) K; д) F.

4. Вітаміни не є джерелом енергії, за виключенням вітаміну:
а) Н; б) В; в) F; г) D; д) С.
5. Добова потреба вітаміну А для дорослих чоловіків становить:
а) 10 мкг; б) 100 мкг; в) 300 мкг; г) 500 мкг; д) 1000 мкг.
6. Провітаміном вітаміну D2 (ергокальциферол) є:
а) Ергостерин;
б) 7-дегідрохолестерин;
в) 22, 23-дигідро-ергокальциферол;
г) Ситокальциферол;
д) 22-дигідроетилкальциферол.
7. Єдиним вітаміном, що діє і як вітамін і як гормон є:
а) вітамін А; б) вітамін В; в) вітамін Е; г) вітамін С; д) вітамін D.
8. Коферментом карбоксилаз – ферментів, що каталізують реакції карбоксилювання є вітамін:
а) Н; б) В; в) F; г) D; д) С.
9. Скількома природними з'єднаннями представлена група вітамінів А:
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4; д) 5.
10. Похідним спирту рібітолу та гетероциклу ізоаллоксазіну є вітамін:
а) В₁;
б) В₂;
в) А₁;
г) А₂;
д) С.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	б	в	а	в	д	а	д	а	в	б

7. ОБМІН РЕЧОВИН ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ

Обмін речовин (метаболізм) - сукупність біохімічних реакцій перетворення хімічних сполук (*метаболітів*), що відбуваються в живих організмах. Постійний обмін речовинами та енергією з навколишнім середовищем є головною ознакою живої клітини, що визначає її термодинамічно стаціонарний стан та протидіє зростанню ентропії в будь-якій біологічній системі.

Обмін речовин в організмі людини та вищих тварин складається з декількох послідовних стадій, що включають у себе:

- надходження біоорганічних речовин (поживних сполук) - білків, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних елементів, води - до організму в складі продуктів харчування;

- перетворення поживних сполук (білків, полісахаридів, жирів) у травному каналі до простих сполук (амінокислот, моносахаридів, жирних кислот, гліцерину), що здатні всмоктуватися епітелієм слизової оболонки шлунку та кишечника;

- біотранспорт молекул - продуктів травлення поживних речовин кров'ю та лімфою, надходження їх через мембрани судин та клітинні мембрани до певних органів і тканин (печінки, м'язів, головного мозку, нирок, жирової тканини тощо);

- внутрішньоклітинний метаболізм біомолекул в органах і тканинах (*проміжний обмін*, або власне метаболізм у вузькому значенні);

- виділення (екскреція) з організму - через нирки, легені, шкіру, кишечник - кінцевих продуктів обміну речовин (діоксиду вуглецю, аміаку, сечовини, води, продуктів кон'югації деяких органічних молекул та продуктів їх окислення).

Біоенергетичні процеси - біологічне окислення та спряжене з ним окисне фосфорилування - є кінцевою фазою катаболізму молекул у живих організмах, що реалізується складними мультиензимними комплексами внутрішніх мембран мітохондрій. Результатом цих структурованих у біомембранах реакцій є генерація макроергічних зв'язків у молекулі АТФ - основному постачальнику енергії для всіх ендергонічних процесів клітин.

- Внутрішньо молекулярне окислення біологічних субстратів (*біологічне окислення*) є основним молекулярним

механізмом, за рахунок якого забезпечуються енергетичні потреби функціонування живих організмів.

– *Окислення* - це процес втрати атомом, молекулою, що окислюється (субстратом окислення), електронів або атомів водню (протонів та електронів).

– *Відновлення* - реакція, зворотна окисленню, супроводжується приєднанням органічним субстратом електронів або атомів водню (гідруванням субстрату).

7.1. Перелік питань самостійного опрацювання

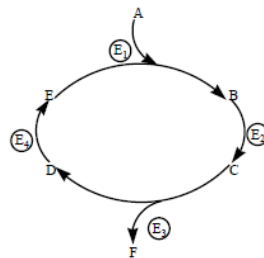
1. Обмін полісахаридів.
2. Шляхи окиснення моносахаридів.
3. Первинний і вторинний синтез моносахаридів.
4. Розпад ацилгліцеридів у клітинах.
5. Окислення гліцеролу та жирних кислот.
6. Біосинтез вищих жирних кислот.
7. Біосинтез ліпідів-гліцеридів.
8. Синтез стеролів
9. Окиснення амінокислот. Цикл трикарбонових кислот
10. Зв'язування аміаку. Цикл сечовини
11. Шляхи синтезу амінокислот
12. Обмін нуклеотидів
13. Реплікація
14. Транскрипція. Зворотна транскрипція.
15. Біосинтез протеїну. Трансляція.
16. Регуляція матричних синтезів.
17. Взаємозв'язок між метаболічними шляхами

7.2. Приклади тестових завдань

1. Реакції анаболізму потребують використання енергії у формі:
 - а) АТФ;
 - б) ДНК;
 - в) ГДК;
 - г) РНК;
 - д) ППШ.

2. Яка послідовність реакцій метаболічного шляху зображена на рисунку:

- а) лінійна;
- б) розгалужена;
- в) циклічна;
- г) перехресна;
- д) безпосередня.



3. Біомолекули з високим енергетичним потенціалом, що мають високу стандартну вільну енергію переносу кінцевої фосфатної групи (зокрема, гідролізу) мають назву:

- а) макроергічних;
- б) мезосферичних;
- в) егоцентричних;
- г) периферичних;
- д) прометротичних.

4. Енергію для своїх ендергонічних реакцій аутотрофи отримують за рахунок енергії сонячного світла, яка уловлюється та трансформується в хімічну енергію спеціальними світлочутливими білками:

- а) хромосомами;
- б) пігментами;
- в) аутосомами;
- г) хлорофілами;
- д) гліцерилами.

5. Катаболізм амінокислот відбувається:

- а) спонтанно;
- б) контрольовано;
- в) неконтрольовано;
- г) спорадично;
- д) випадково.

6. У циклі трикарбонових кислот, ці сполуки можуть піддаватись повному окисненню до:

- а) CO_2 і H_2O ;
- б) NO_3 ;

- в) CH_4 і NO_2 ;
- г) C_3H_8 ;
- д) NH_3 і H_2O .

7. Локалізація синтезу ліпідів у клітині має місце в:

- а) ядрі;
- б) рибосомах;
- в) мітохондріях;
- г) лізосомах;
- д) ендоплазматичній сітці.

8. Реакція приєднання глутаміну до 5-фосфорибозид-1-пірофосфату (ФРПФ) з утворенням 5-фосфорибозиламіном є лімітуючою стадією біосинтезу:

- а) пуринових нуклеотидів;
- б) піримідинових основ;
- в) карбоксильних груп;
- г) нуклеосом;
- д) нейрамінової кислоти.

9. Реакції (процеси), що супроводжуються вивільненням хімічної енергії, необхідної для функціонування живих організмів, носять назву:

- а) екзергонічні
- б) ендергонічні
- в) стехеометричні
- г) ендогонічні
- д) екзогонічні.

10. Правильним записом сумарного рівняння фотосинтезу буде:

- а) $2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$;
- б) $6\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$;
- в) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{O}_2$;
- г) $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$;
- д) $\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2$.

Відповіді до тестових завдань:

№ запитання	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
відповідь	а	в	а	г	б	а	д	а	а	г

Рекомендована література

1. Александрова К. В., Шкода О. С., Макоїд О. Б., та ін. Обмін вуглеводів. Ч. 1 : методичний посібник з дисципліни «Біологічна хімія» для викладачів. Запоріжжя : ЗДМУ, 2015. 99 с.
2. Білецька Л. П., Гринчишин Н. М., Кобилінська Л. І., Лозинська І. І., Мазур О. Є., Склярів О. Я., Федевич Ю. М., Фоменко І. С., Хаврона О. П. Біологічна хімія : навчально-методичний посібник для студентів фармацевтичного факультету (другий магістерський рівень). Львів : ЛНМУ імені Данила Галицького, 2019. 126 с.
3. Вороніна Л. М., Десенко В. Ф., Мадієвська Н. М., Кравченко В. М., Сахарова Т. С., Савченко Л. Г., Шоно Н. А. Біологічна хімія : підручник. Х. : Основа; Видавництво НФАУ, 2000. 608 с.
4. Губський Ю. І. Біологічна хімія : підручник. Київ-Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. 508 с.
5. Зайгайко А. Л. Александрова К. В. Біохімія : підручник. Харків : Форт, 2014. 728 с.
6. Курта С. А. Природні вуглеводи та полісахариди : навчальний посібник. Івано-Франківськ : Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника 2016. 100 с.
7. Наконечна О. А., Бачинський Р. О. Біохімія ферментів. Аспекти медичної ензимології : навч.-метод. посібник для підготовки до практ. занять з біологічної хімії (для студентів медичних та стоматологічного факультетів). Харків : ХНМУ, 2020. 48 с.
8. Смирнов В. А., Климочкин Ю. Н. Витамины и коферменты : учеб. пособ. Ч. 2. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. 91 с.
9. Столяр О. Б. Біологічна хімія. Київ : КНТ, 2020. 368 с.
10. Супрун А. Д. Теоретичні основи фізики функціонування білків : навчальний посібник для студентів фізичного факультету. Київ : КНУ імені Т.Г. Шевченка, 2009. 118 с.
11. Шлейкин А. Г., Скворцова Н. Н., Бландов Н. Н. Прикладная энзимология. СПб : Университет ИТМО, 2019. 160 с.